

УДК 656.025.4

**Н. Ю. Шраменко, доцент, канд. техн. наук**

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет (ХНАДУ)*

*ул. Петровского, 25, г. Харьков, Украина, 61002*

*nshramenko@gmail.com*

## **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СИНХРОНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ**

*Изложен методологический подход к повышению эффективности функционирования терминальной системы доставки грузов за счет синхронизации технологических процессов. Предложена формализация процесса функционирования терминальной системы на основе аппарата сетей Петри.*

**Ключевые слова:** терминальная система, технологический процесс, доставка грузов, синхронизация

Постановка проблемы. Основной целью терминальной системы при обслуживании грузовладельцев является учет их интересов по обеспечению полной и качественной переработки груза при рациональном использовании транспортно-складских ресурсов.

Для терминальных комплексов характерна разная потребность в ресурсах в зависимости от колебаний спроса и применяемой технологии, а для повышения эффективности их функционирования необходим учет условий неопределенности и риска, а также обоснование технологических резервов в работе персонала и транспортно-складских механизмов.

Необходима разработка новейших подходов и моделей, направленных на рационализацию взаимодействия всех субъектов терминальной системы за счет синхронизации технологических процессов, связанных с обработкой грузопотока.

Анализ последних исследований и публикаций.

В современных условиях рынка транспортных услуг специалистами и учеными уделяется существенное внимание разработке подходов при решении задач развития региональных транспортных систем и внедрению ресурсосберегающих технологий в транспортной области в целом и отдельных ее подразделениях [1-2].

В настоящее время рассматриваются вопросы повышения эффективности грузовых автомобильных перевозок на основе синхронизации различных видов потоков в системе международной доставки грузов. Однако не достаточно уделяется внимание терминальным системам доставки, кроме того, не предоставлены непосредственные рекомендации и технологические мероприятия, обеспечивающие синхронизацию. В [3] доказано, что продолжительность информационных и финансовых потоков приближается к продолжительности потока товара и движению транспортных средств, поэтому необходимо прикладывать одинаковые усилия к уменьшению продолжительности всех потоков и организации их согласованного движения.

Анализ существующих исследований, проведенный в [4], свидетельствует, что технологические процессы терминальной системы доставки грузов рассматриваются преимущественно отдельно, а не комплексно в пределах полноценно функционирующих транспортно-логистических систем, именно поэтому данная проблема нуждается в комплексном исследовании и дальнейшем развитии.

Цель и постановка задачи. Целью публикации является формирование методологического подхода к обеспечению синхронизации различных технологических процессов, связанных с обработкой грузопотока при терминальной системе доставки, для повышения эффективности функционирования терминальных систем.

Задача исследования заключается в формализации процесса доставки грузов и исследовании влияния синхронизации технологических процессов, связанных с обработкой грузопотока на терминалах, на эффективность функционирования терминальной системы.

Синхронизация технологических процессов терминальной системы доставки грузов.

Терминальная система рассмотрена как множество взаимозависимых подсистем  $p$ , через которые проходит груз [4]. Множество таких подсистем представлено в виде

$$F = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}. \quad (1)$$

Каждая подсистема характеризуется затратами на выполнение определенных технологических операций и временем их выполнения.

Взаимодействие подсистем терминальной системы должно обеспечивать высокое качество транспортного обслуживания и при установленной степени надежности обеспечивать минимальное

время задержек в каждой подсистеме и минимальное время передвижения грузопотока в целом:

$$t_{об} = \sum_{h=1}^n t_{обh}^{\phi} \longrightarrow \min, \quad (2)$$

где  $t_{об}$  - общее время обработки груза на терминале, ч;  $t_{обh}^{\phi}$  - время нахождения грузопотока в  $h$ -й фазе, ч;  $n$  - количество фаз терминала, ед.

Реализация логистического подхода при рассмотрении сложных систем предусматривает учет интересов всех участников транспортного процесса. В качестве основного критерия эффективности функционирования системы рассматриваются затраты на транспортное обслуживание грузовладельцев.

Критерий эффективности функционирования терминальной системы может быть основан на снижении совокупных затрат на доставку груза

$$\Delta C = \Delta f(r, \bar{t}_{пр.}^{-авт.}, \bar{t}_{пер.}, m, \bar{t}_{ипр.}^{-перс.}, C_i^{cod.}, h_i, \bar{t}^{обор.}, C_s^{обор.}, C_s^{cod.обор.}, B_{e_s}, Z_{обор.s}, C_{м.п.}, C_{п-р}) \rightarrow \max \quad (3)$$

где  $\bar{t}_{пр.}^{-авт.}$  - среднее время простоя одного автомобиля, ч;  $r$  - количество автомобилей в очереди, ед;  $\bar{t}_{пер.}$  - среднее время переработки партии груза на терминале, ч;  $m$  - объем партии груза, т;  $\bar{t}_{ипр.}^{-перс.}$  - среднее время простоя обслуживающего персонала  $i$ -й квалификации, ч;  $C_i^{cod.}$ ,  $C_s^{cod.обор.}$  - затраты на содержание одного сотрудника  $i$ -й квалификации и  $s$ -го вида оборудования соответственно, грн;  $h_i$  - количество персонала  $i$ -й квалификации, чел.;  $\bar{t}^{обор.}$  - среднее время простоя  $j$ -го вида оборудования, ч;  $C_s^{обор.}$  - стоимость одного часа простоя  $s$ -го вида оборудования грн/ч;  $B_{e_s}$  - энергозатраты на функционирование  $s$ -го вида оборудования, грн;  $Z_s^{обор.}$  - количество механизмов  $s$ -го вида, ед.;  $C_{м.п.}$  - стоимость межтерминальной перевозки, грн;  $C_{п-р}$  - стоимость доставки груза на терминал (с терминала) во время сбора (развоза), грн.

С целью синхронизации процессов обработки грузопотока на терминале и межтерминальной перевозки необходимо произвести выбор рациональной транспортно-технологической схемы с учетом времени транспортировки, регулярности и доступности перевозчиков [4].

В условиях реального функционирования терминальной системы при применении нормативного количества транспортно-складских и людских ресурсов на терминалах возникают межоперационные простои, что приводит к значительному увеличению времени доставки и суммарных затрат.

Устранение межоперационных простоев может быть достигнуто за счет синхронизации отдельных технологических процессов терминальной системы и обусловлено применением оптимального количества производственных ресурсов (транспортно-складских и людских), что удовлетворяет условиям ресурсосбережения.

В качестве критерия выбора оптимального количества ресурсов на терминальном комплексе приняты суммарные затраты на его функционирование:

$$C = f(Q, t_k, C_k, W_i, v, h_i, Z_{обор.s}, T_n, p, m) \rightarrow \min, \quad (4)$$

где  $Q$  - объем входного грузопотока на терминал, т/сут.;  $t_k$  - время выполнения  $k$ -ой технологической операции на терминале, ч;  $C_k$  - стоимостные показатели  $k$ -ого вида, грн;  $W_i$  - производительность  $i$ -ого типа ресурса, т/ч;  $v$  - коэффициент вариации случайной величины  $Q$ ;  $T_n$  - время работы грузового фронта, ч;  $p$  - вероятность прохождения грузом таможенного контроля.

Таким образом, применение оптимального количества производственных ресурсов на терминальном комплексе обуславливает синхронизацию технологических процессов на терминале, что позволяет достичь сокращения времени обработки груза и обеспечивает экономию материальных, складских и энергетических ресурсов.

При наличии требований грузовладельцев относительно ускоренной переработки и доставки груза предусмотрено задействование дополнительных бригад на терминальном комплексе, однако не в целом для всех технологических зон, а исключительно для работ критического пути, в то время как все другие работы будут выполняться быстрее за счет имеющегося технологического резерва [5]. В целом продолжительность выполнения работы будет зависеть от объема входного грузопотока.

Для исследования процесса функционирования терминального комплекса целесообразно применять имитационное моделирование на основе аппарата сетей Петри, которое позволяет учитывать

временные, вероятностные, весовые и другие характеристики технологических параметров и исследовать работоспособность и бесперебойность системы в целом. Предложена формализация процесса функционирования терминальной системы доставки грузов с помощью сетей Петри (рисунок 1), где предусмотрены подсистемы: терминал отправления, межтерминальная перевозка, терминал назначения.

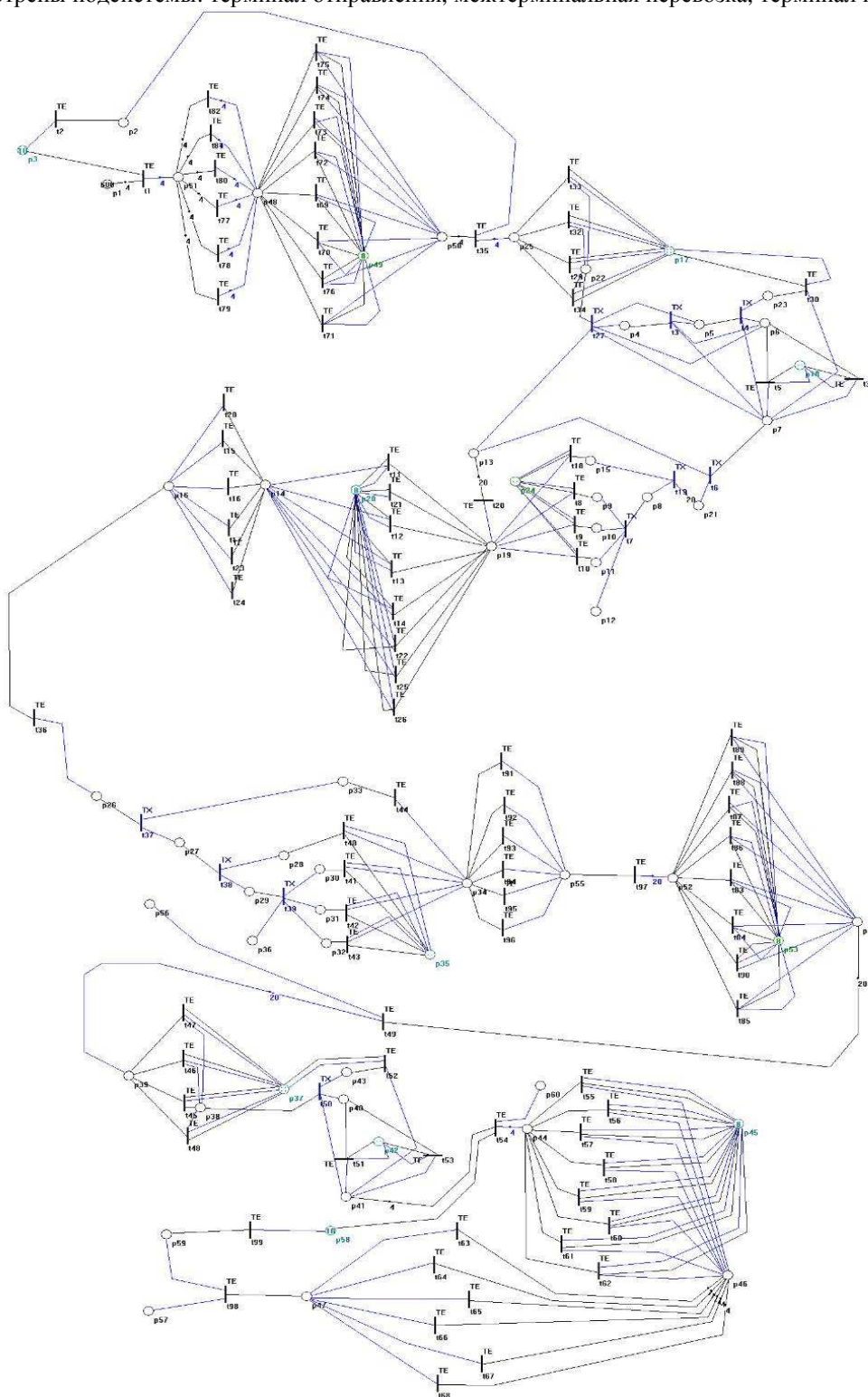


Рисунок 1 – Формализация процесса функционирования терминальной системы доставки грузов

Проведено моделирование функционирования терминальной системы доставки мелкопартионных грузов при условии применения нормативного количества ресурсов, а также при оптимальном количестве ресурсов на терминальных комплексах. Результаты моделирования представлены в таблице 1.

Таблиця 1 – Результати моделювання

Входящий грузопоток, $Q$ , т	Время на доставку груза, мин.		
	при оптимальном количестве ресурсов	при нормативном количестве ресурсов	сокращение времени
400	1428	2014	585
600	1430	1758	328
800	1410	1589	179
1000	1464	1702	238
1200	1443	1972	529

Таким образом, применение предложенного методологического подхода обуславливает сокращение времени доставки мелкопартионных грузов и позволяет повысить эффективность функционирования терминальной системы.

**Выводы.** Предложен методологический подход к повышению эффективности функционирования терминальной системы доставки грузов за счет синхронизации технологических процессов, предполагающий выбор оптимального количества ресурсов терминалов, при необходимости повышение производительности для работ критического пути, выбор рациональной транспортно-технологической схемы межтерминальной доставки.

Предложена формализация процесса функционирования терминальной системы на основе аппарата сетей Петри, предусматривающая взаимодействие подсистем: терминал отправления, межтерминальная перевозка, терминал назначения.

Применение предложенного методологического подхода позволяет обеспечить синхронизацию технологических процессов терминальной системы доставки мелкопартионных грузов, что обуславливает сокращение времени их доставки и позволяет повысить эффективность функционирования терминальной системы.

Перспективные направления исследования: определение уровня экономии ресурсов разных видов при применении рациональной технологии доставки; оценка синергетического эффекта функционирования терминальной системы.

#### **Бібліографічний список використаної літератури**

1. Миротин Л.Б. Логистика, технология, проектирование складов, транспортных узлов и терминалов / Л.Б. Миротин, А.В. Бульба, В.А. Демин. - Ростов н/Д: «Феникс», 2009. – 408 с.
2. Ларин О.Н. Методология организации и функционирования транспортных систем регионов: монография / О.Н. Ларин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 205 с.
3. Лебідь Є.М. Ефективність синхронізації логістичних потоків при міжнародних вантажних автомобільних перевезеннях: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: 05.22.01 – транспортні системи/ Є.М. Лебідь. – К.: Національний транспортний ун-т, 2012. – 20 с.
4. Шраменко Н.Ю. Теоретико-методологічні основи ефективного функціонування термінальних систем при доставці дрібнопартионних вантажів: монографія / Н.Ю. Шраменко. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 156 с.
5. Шраменко Н.Ю. Визначення раціональної кількості ресурсів термінального комплексу на основі теорії мережевого планування / Н.Ю. Шраменко, Є.В. Нагорний // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета: сб. науч. тр. – Харків: ХНАДУ, 2012. – Вип. 31 – С. 83 – 87.

*Поступила в редакцію 10.05.2013 г.*

#### **Шраменко Н.Ю. Методологічний підхід до синхронізації технологічних процесів термінальної системи доставки вантажів**

Викладено методологічний підхід до підвищення ефективності функціонування термінальної системи доставки вантажів за рахунок синхронізації технологічних процесів. Запропоновано формалізацію процесу функціонування термінальної системи на основі апарату мереж Петрі.

**Ключові слова:** термінальна система, технологічний процес, доставка вантажів, синхронізація.

#### **Shramenko Natalia Y. Methodological approaches to synchronizing process of freight terminal systems**

An approach to improve the efficiency of the terminal system operation improve the efficiency of freight terminal system by synchronizing processes is proposed. Characterize the process of terminal systems operation based on Petri nets apparatus are proposed.

**Keywords:** terminal system, process, delivery of loads, the synchronization.